

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11248954 A**(43) Date of publication of application: **17.09.99**

(51) Int. Cl.

G02B 6/122(21) Application number: **10054998**(22) Date of filing: **06.03.98**(71) Applicant: **NIPPON TELEGR & TELEPH
CORP <NTT>**(72) Inventor: **HASHIMOTO TOSHIKAZU
YAMADA YASUBUMI
YANAGISAWA MASAHIRO
KATO KUNIHARU
INOUE YASUYUKI**(54) **OPTICAL HYBRID MODULE**

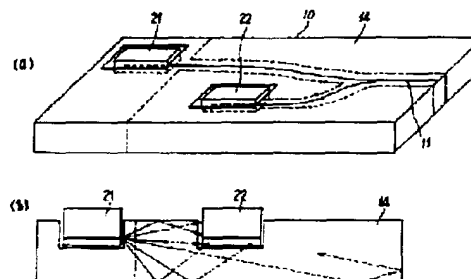
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical hybrid module which effectively suppresses light noises causing signal deterioration.

SOLUTION: The light loss is larger at the part except a light signal propagation part, consisting principally of a substrate 10 and the optical waveguide core 11 of an optical waveguide, than at the light signal propagation part. When the substrate 10 is a quartz substrate, it can be constituted by adding a substance which absorbs light to the part of the clad other than the light signal propagation part. When the substrate 10 is a semiconductor substrate, the electric specific resistance at the part of the substrate other than the light signal propagation part can be made less than 0.1Ω . Further, a groove may be formed on the reverse surface of the substrate, fine unevenness may be formed on the top surface, and a light absorbing layer may be formed on the top surface. Furthermore, a light shield layer may be formed at the top surface part of the substrate and optical waveguide other than the optical coupling part between the optical waveguide and an optical element and a light shield layer may be formed

at the top surface part of the optical element other than the optical coupling part between the optical waveguide and optical element.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(51) Int.Cl.⁶

G 0 2 B · 6/122

識別記号

F I

G 0 2 B 6/12

B

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-54998

(22) 出願日 平成10年(1998) 3月6日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72) 発明者 橋本 俊和

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本

電信電話株式会社内

(72) 発明者 山田 泰文

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本

電信電話株式会社内

(72) 発明者 柳澤 雅弘

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本

電信電話株式会社内

(74) 代理人 弁理士 杉村 暁秀 (外1名)

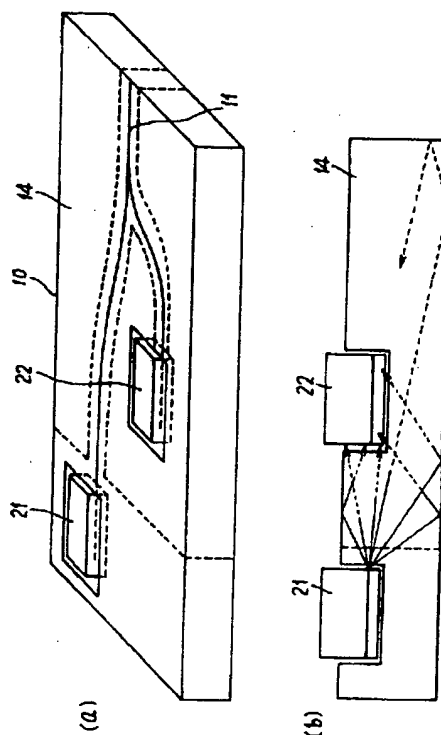
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ハイブリッドモジュール

(57) 【要約】

【課題】 信号劣化をもたらす光ノイズを効果的に抑制する構成の光ハイブリッドモジュールを提供する。

【解決手段】 基板及び光導波路の光導波路コアを中心とした光信号伝搬部に比較して、該光信号伝搬部以外の部分の光損失を大きくする。基板が石英基板である場合、クラッドの光信号伝搬部以外の部分に光を吸収する物質を添加して構成することができる。また、基板が半導体基板である場合、基板の光信号伝搬部以外の部分の電気比抵抗が 0.1Ω 以下に構成することができる。更に、基板裏面に溝が形成してもよいし、表面に微細な凹凸を形成してもよいし、表面に光吸収層を形成してもよい。更に、光導波路と光素子との光結合部以外の基板及び光導波路の表面部分に遮光層を形成してもよいし、光導波路と光素子との光結合部以外の光素子の表面部分に遮光層を形成してもよい。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に光導波路及び光半導体素子をハイブリッド集積した光ハイブリッドモジュールにおいて、基板及び光導波路の光導波路コアを中心とした光信号伝搬部に比較して、該光信号伝搬部以外の部分の光損失を大きくしたことを特徴とする光ハイブリッドモジュール。

【請求項2】 基板が石英基板であり、クラッドの光信号伝搬部以外の部分に光を吸収する物質を添加してなることを特徴とする請求項1に記載の光ハイブリッドモジュール。

【請求項3】 基板が半導体基板であり、基板の光信号伝搬部以外の部分の電気比抵抗が 0.1Ω 以下であることを特徴とする請求項1に記載の光ハイブリッドモジュール。

【請求項4】 基板裏面に溝が形成されたことを特徴とする請求項1に記載の光ハイブリッドモジュール。

【請求項5】 表面に微細な凹凸が形成されたことを特徴とする請求項1に記載の光ハイブリッドモジュール。

【請求項6】 表面に光吸収層が形成されたことを特徴とする請求項1に記載の光ハイブリッドモジュール。

【請求項7】 光導波路と光素子との光結合部以外の基板及び光導波路の表面部分に遮光層が形成されたことを特徴とする請求項1に記載の光ハイブリッドモジュール。

【請求項8】 光導波路と光素子との光結合部以外の光素子の表面部分に遮光層が形成されたことを特徴とする請求項1に記載の光ハイブリッドモジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、基板上に光導波路及び光半導体素子をハイブリッド集積した光ハイブリッドモジュールに関するものであり、特にこのようなモジュール中における光ノイズが低減される構成を有する光ハイブリッドモジュールに関するものである。

【0002】

【従来の技術】基板上に光導波路及び光半導体素子をハイブリッド集積した光ハイブリッドモジュールにおいては、光導波路以外の部分をさまよう迷光が受光素子に入射して信号を劣化させる。このため、この型の光モジュールでは、迷光を抑制することが重要な課題である。特に、光送受信モジュールのように発光素子と受光素子とを集積した場合には、発光素子から受光素子に洩れ込む光が比較的多くなるため更に重要な問題になる。図7にこの様子を示す。このモジュールでは、基板10上に光導波路のコア部11及びクラッド部分12が形成され、コア部11に結合するように発光素子21及び受光素子22が搭載されているが、このように単純な構成では、図7(b)に矢印で示すように、迷光が簡単に受光素子22に到達してしまう。このような問題の対策として、従来、クラッド部

分を伝搬する光を遮る方法、或いは光波長選択フィルタを用いる方法等が考えられていた。

【0003】図8に示す構成例は、クラッド部分を伝搬する光を遮る方法（例えば照井他の特願平7-151641「光導波路回路」参照）を適用した例である。この例では、図8(a)に示すように、クラッド部分12の表面に窪み31を形成し、この窪み31の側面による反射或いは散乱により迷光の伝搬を抑制する。この場合、光モジュールは発光素子21及び受光素子22を具え、Y分岐の光導波路11を介して同一出力ポートにより外部と接続するように構成されている。

【0004】一般的に、このようなモジュールでは、発光素子21から出て光導波路11と結合しない迷光が受光素子22に入ってノイズになる。迷光の幾何光学的経路は、例えば図8(b)に矢印で示すようになる。この迷光の多くの部分は窪み31の側面で反射或いは散乱し、受光素子22に入る迷光の量が低減されている。このような窪みの形成については、光導波路として石英ガラス光導波路を用いる場合、機械加工による石英ガラスの微細加工が一般的に困難であることから、窪みの形成加工はプラズマエッチング等、機械加工とは異なる物理化学的な方法で行われる。このため、深さの深い窪みを形成することは極めて困難であり、窪みは基板表面に浅く形成される。従って基板の下方を伝わる迷光はこの窪みで遮ることが難しく、この部分の迷光は反射を繰り返しながら受光素子22に到達してしまう。

【0005】また、図9に示す構成例は、光波長選択フィルタを用いる方法（例えば井上他の特願平9-151825「双方向WDM光送受信モジュール」参照）を適用した例である。この例では、光モジュールは、受信光及び送信光が相互に異なる波長 λ_{in} 及び λ_{out} を持ち、これら両光が光波長選択フィルタ41により、それぞれ透過又は反射し、同一ポートから外部に繋がるように構成されている（図9(a),(b)）。光波長選択フィルタ41は波長選択性があるため、断面図図9(c)に矢印で示すように、発光素子21から出た迷光も反射させることができる。

【0006】しかし、この方法においては、光波長選択フィルタ41は極めて狭い溝42に挿入するが、基板に深くこれを挿入するためにはアスペクト比が非常に高い溝を形成する必要があるため技術的な困難を伴う。このため適宜の深さに溝を形成するので、この方法も前述の例と同様、基板の下方を伝わる迷光に対しては有効ではない。また、この方法は、同一波長を用いる光モジュールには適用できない。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、基板上に光導波路及び光半導体素子をハイブリッド集積した光ハイブリッドモジュールにおいて、信号劣化をもたらす光ノイズを効果的に抑制する構成を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の光ハイブリッドモジュールは、上記の目的を達成するため、基板上に光導波路及び光半導体素子をハイブリッド集積した光ハイブリッドモジュールにおいて、基板及び光導波路の光導波路コアを中心とした光信号伝搬部に比較して、該光信号伝搬部以外の部分の光損失を大きくすることを特徴とする。

【0009】このような本発明の光ハイブリッドモジュールにおいては、基板が石英基板である場合、クラッドの光信号伝搬部以外の部分に光を吸収する物質を添加して構成することができる。また、基板が半導体基板である場合、基板の光信号伝搬部以外の部分の電気比抵抗が 0.1Ω 以下に構成することができる。更に、基板裏面に溝が形成してもよいし、表面に微細な凹凸を形成してもよいし、表面に光吸収層を形成してもよい。更に、光導波路と光素子との光結合部以外の基板及び光導波路の表面部分に遮光層を形成してもよいし、光導波路と光素子との光結合部以外の光素子の表面部分に遮光層を形成してもよい。

【0010】

【発明の実施の形態】次に図面を用いて本発明の光ハイブリッドモジュールの実施例を説明する。

【0011】〔実施例1〕図1は、石英ガラス基板10上に光導波路コア部11を形成し、発光素子21及び受光素子22を搭載した光モジュールにおける本発明の第1の実施例を説明する図である。光導波路は、屈折率の異なるコア部11及びクラッド部分12からなり、発光素子21及び受光素子22は、クラッド部分12に形成した凹部に、コア部11と結合するように搭載されている。この実施例においては、光導波路のコア部11の近傍以外の部分に金属を多量に添加した領域14を形成する。

【0012】この金属添加領域14により、発光素子21からコア部11以外の部分に洩れ出した迷光は、受光素子22に到達する前に吸収又は散乱される。ここで、コア部11の近傍とは、一般的に光導波路の光を閉じ込めている領域であるモードフィールド径の2倍程度のことを指し、ここでは光導波路幅の約4倍の部分を用いる。添加する金属としてはCo等が有効である（金山他「金属ドーピングを用いたSC形光固定減衰器の諸特性」1994年電子情報通信学会春季大会C-347参照）。減衰量としては 3dB/cm 程度が好適である。

【0013】なお、図1には発光素子21の後方部分への金属のドーピングを示していないが、後方の放射光が問題になる場合は、後方にも金属添加領域14を設ける。また、理解を助けるために図1には金属添加領域14の輪郭を明確に示したが、実際には金属膜をパターン化し熱拡散を用いるのが便利であり、この方法では金属添加領域14の境界は不明確になる。また、高さ方向にも均一になるとは限らない。但し、光導波路のコア部11及びその周囲に

は、拡散した金属が到達しないようにする必要がある。

【0014】この実施例のモジュール中の発光素子21と受光素子22との距離は約 2cm 程度であるので、以上の構成により、迷光に起因すると思われるノイズを約 6dB 程度抑制することができた。このように、光を伝搬させる必要がない部分で迷光を吸収或いは散乱させることにより、光ノイズを低減することができた。なお、この実施例では石英ガラス基板を用いたが、例えばSi基板等の半導体基板、アルミナ等のセラミック基板を用いてもよい。

【0015】〔実施例2〕図2は、Si基板13上に石英ガラス光導波路コア部11及びクラッド部分12を形成し、発光素子21及び受光素子22を搭載した光モジュールにおける本発明の第2の実施例を説明する図である。この実施例のモジュール構造は、基板をSiとした点で実施例1と異なる。この実施例では、図3に示すように、導電キャリア密度の増大に伴い急激に吸収係数が増大するというSiの性質（例えば、R.D. Soref, et al, "Electrooptical Effects in Silicon", IEEE J. Quantum Electron., Vol. QE-23, No. 1 (1987) 参照）を利用して、迷光の伝搬を抑制する。

【0016】図3は電気比抵抗に対する $1.3\mu\text{m}$ 乃至 $1.5\mu\text{m}$ の波長域の伝搬損失の変化を示している。この図から、 1dB/cm 以上の吸収を期待する場合は電気比抵抗が $0.1\Omega\text{cm}$ 程度以下であればよいことになる。この実施例においては、 5dB/cm 程度を目標にして電気比抵抗を $0.01\Omega\text{cm}$ 程度とし、Si基板13中に洩れた迷光を減衰させた。この場合、モジュールの大きさは約 2cm であるので、以上により、Si基板13を伝搬する迷光によるノイズを約 10dB 程度抑制することができた。このように半導体を基板とする光導波路においては、キャリア密度を調整することにより、基板に洩れた迷光を有効に低減できる。

【0017】〔実施例3〕図4は、図2(a)の場合と同様に、Si基板13上に石英ガラス光導波路コア部11及びクラッド部分12を形成し、発光素子21及び受光素子22を搭載した光モジュールにおける本発明の第3の実施例を説明する図である。Siの性質上、ノンドーピングでは通信波長である $1.3\mu\text{m}$ 及び $1.55\mu\text{m}$ の波長の光に対して透明であるため、Si中に洩れた迷光がほぼ損失なしに伝搬し、モジュールの側面或いは底面に当たって反射を繰り返して受光素子22に入り、ノイズとなる。

【0018】この実施例においては、Si基板13の底面に溝15を形成してSi中の光の伝搬を阻止する構成とする（図4(a)）、又はSi基板13の底面又は底面及び側面の表面に微細な凹凸16を形成してSi中に伝搬した光を乱反射させて受光素子22に到達しないようにした（図4(b)）。後者の場合は、クラッド部分12の表面にも微細な凹凸16を形成すれば更に効果的である。凹凸加工は、プラズマエッチングを用いて行うことができる。

【0019】以上により迷光によると思われるノイズを約10dB程度抑制することができた。このように、半導体を基板とする光導波路において、基板裏面に溝を形成した構造及び表面を粗面に加工した構造によって、迷光を有効に低減できる。また、基板裏面に溝を形成した構造により、光ノイズを抑制すると共に、基板の発光素子と受光素子との間でインピーダンスを高くすることができるため、電気的なクロストークを抑制できる効果も得られる。

【0020】〔実施例4〕図5は、図2(a)の場合と同様に、Si基板13上に石英ガラス光導波路コア部11及びクラッド部分12を形成し、発光素子21及び受光素子22を搭載した光モジュールにおける、本発明の第4の実施例を説明する図である。この実施例においては、光モジュールの周囲に光吸収体を含む樹脂の層17を形成することにより、モジュールの表面で迷光を吸収し、表面での迷光の反射を抑制する。この実施例では、樹脂としてフィラーが入った黒色のエポキシ樹脂を用い、これを光モジュールの周囲に塗布した。エポキシ樹脂の屈折率は1.5程度であり、石英の屈折率が1.5、Siの屈折率が3.5程度であるから、樹脂とSiとの界面では空気の場合に比べて1.4dB程度、樹脂と石英導波路クラッドとの界面では殆ど完全に、迷光を抑制できる。以上のように、光モジュールの周囲に光吸収体を含む樹脂17の層を形成することにより、迷光によると思われるノイズを有効に抑制することができた。

【0021】〔実施例5〕図6は、図2(a)の場合と同様に、Si基板13上に石英ガラス光導波路コア部11及びクラッド部分12を形成し、発光素子21及び受光素子22を搭載した光モジュールの第5の実施例における、受光素子22を搭載する部分の拡大図である。この図においては、18は受光素子22を搭載するための電気的配線及び半田の層が形成された部分であり、その他の斜線が施された部分19は遮光層が形成された部分である。この実施例においては、発光素子21及び受光素子22の搭載部分周囲に金属膜からなる遮光層19を設けた。18で示された部分も勿論遮光性になっている。図示の部分では、受光素子22の下方及び横方向からの迷光を遮るよう遮光層が形成されている。同様に発光素子21についても、光導波路コア11と結合しない光がクラッド12又は基板13に進入するのを遮るよう遮光層を形成してもよい。

【0022】以上の構造は、必ずしも光導波路基板又はクラッド部分に設ける必要はなく、受光素子自体の光導

波路から光を受ける部分以外を覆ってもよい。また、光を遮るための遮光層は金属膜でなくてもよい。特に、光を吸収する遮蔽膜を用いることは、光の乱反射を抑制できるという効果も期待できる。以上のように、遮光層を用いることにより、受光素子に達する迷光を有効に抑制できる。

【0023】

【発明の効果】以上説明したとおり、本発明によれば、基板上に光導波路及び光半導体素子をハイブリッド集積した光ハイブリッドモジュールにおいて、信号劣化をもたらす光ノイズを効果的に抑制でき、高い受光感度が得られ、高機能の光ハイブリッドモジュールの構成を提供することができるという、優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を説明する図である。

【図2】本発明の第2の実施例を説明する図である。

【図3】電気比抵抗に対する1.3乃至1.5 μm の波長域の伝搬損失の変化を示す図である。

【図4】本発明の第3の実施例を説明する図である。

【図5】本発明の第4の実施例を説明する図である。

【図6】本発明の第5の実施例を説明する図である。

【図7】光ハイブリッドモジュールにおいて迷光が受光素子に入射する様子を説明する図である。

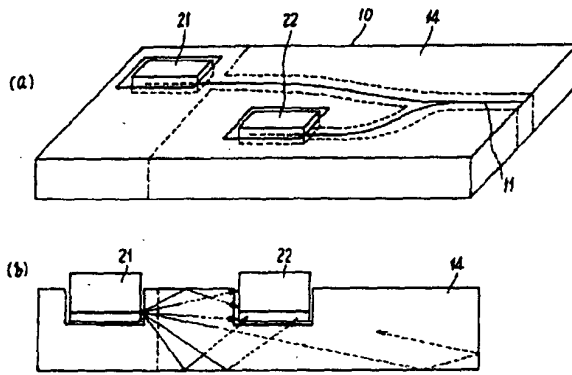
【図8】クラッド部分を伝搬する光を遮る方法を説明する図である。

【図9】光波長選択フィルタを用いる方法を説明する図である。

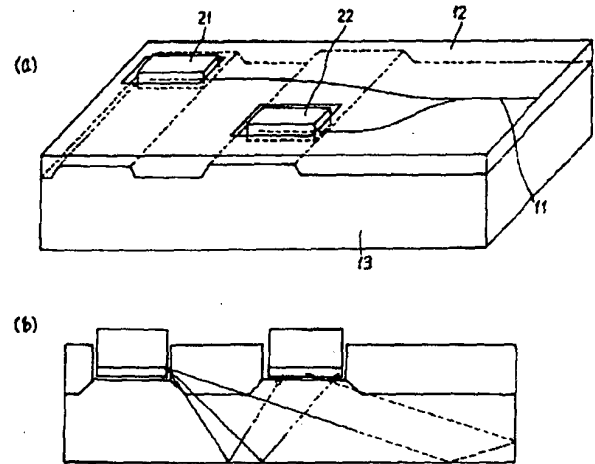
【符号の説明】

- 10 基板
- 11 コア部
- 12 クラッド部分
- 13 Si基板
- 14 金属添加領域
- 15 溝
- 16 微細な凹凸
- 17 光吸収体を含む樹脂層
- 18 電気的配線及び半田の層
- 19 遮光層
- 21 発光素子
- 22 受光素子
- 31 窪み
- 41 光波長選択フィルタ
- 42 溝

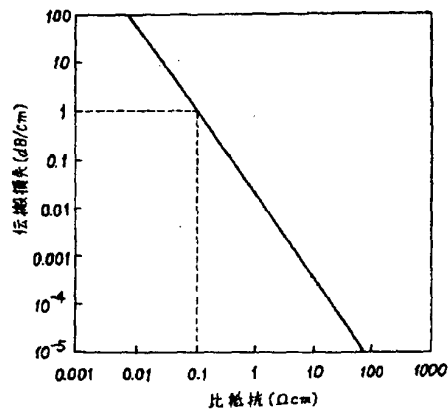
【図 1】



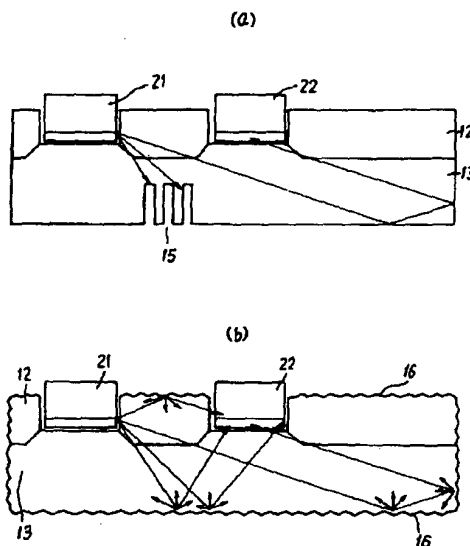
【図 2】



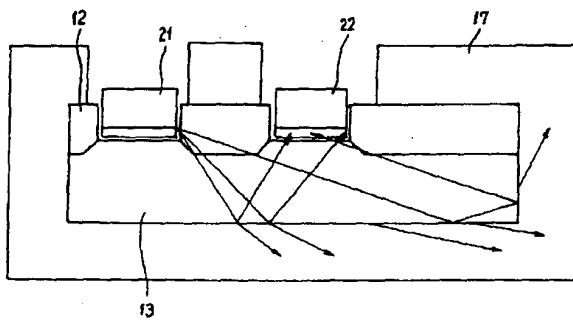
【図 3】



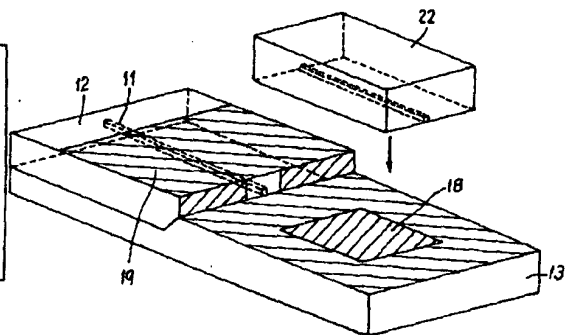
【図 4】



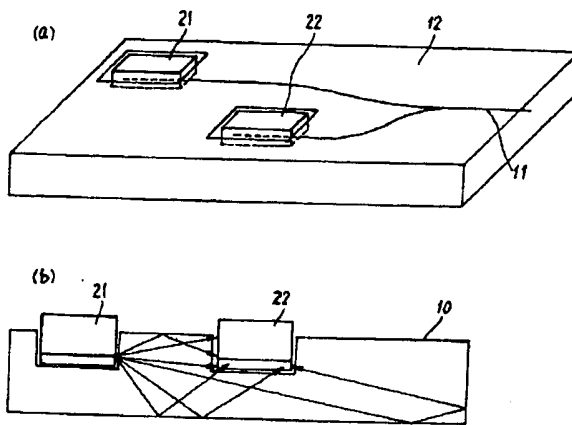
【図 5】



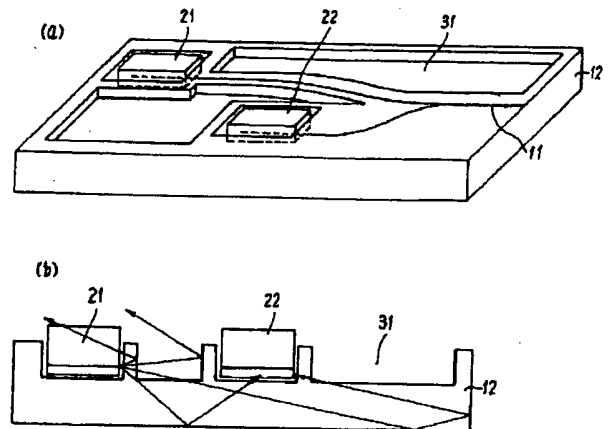
【図 6】



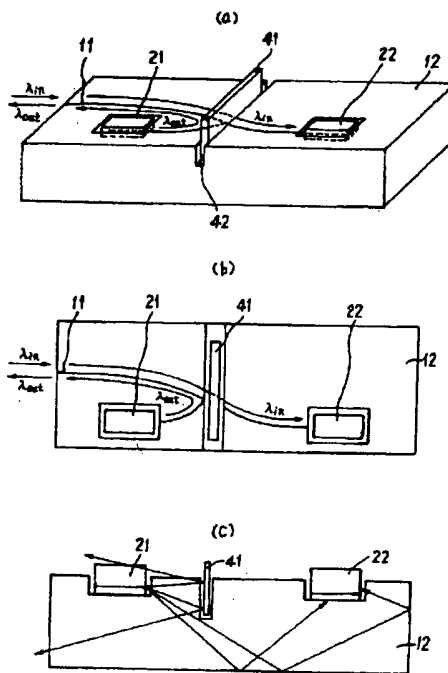
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 加藤 邦治
東京都新宿区西新宿3丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72)発明者 井上 靖之
東京都新宿区西新宿3丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内